

# 近代物理实验课程建设和教学改革

## ——介绍新版《近代物理实验》教材的特色

马世红 王煜 侯晓远 戴乐山 戴道宣

(复旦大学物理学系, 物理实验教学中心, 上海 200433)

**摘要:** 基于 2006 年由高等教育出版社出版的《近代物理实验》(第二版)教材的特点, 介绍复旦大学近代物理实验课程建设与教学改革的做法与思路, 以适应 21 世纪创新人才的培养要求。

**关键词:** 近代物理实验, 课程建设, 教学改革

## Construction and Teaching Reform of Modern Physics Experiment

Ma Shihong, Wang Yu, Hou XiaoYuan, Dai Leshan, Dai Daoxuan,

(Physics Teaching Lab, Department of Physics, Fudan University, Shanghai 200433)

**Abstract:** Based on the textbook's features of "Modern Physics Experiment" (Second Edition) published by Higher Education Press in 2006, the practices and ideas of course construction as well as teaching reform about modern physics experiment are presented in this paper, in order to suit the training needs of the creative talent for 21 century.

**Keywords:** Modern Physics Experiment, Course Construction, Teaching Reform.

物理学是一门实验科学。所有的物理定律形成与发展均建立在客观自然现象的观察和研究的基础之上, 并以实验结果为检验理论正确与否的唯一标准, 同时, 重要的物理实验也常常是科学技术的生长点。近代物理实验是在普通物理实验之后的一门重要的基础实验课程, 它是学生进入专题研究之前的重要环节之一, 在培养学生“既具有深厚扎实的理论基础, 又具备很高的实验能力”这一目标中起着不可或缺的重要作用。

### 1. 历史的回顾

1956 年初, 复旦大学物理学系决定在原子物理实验室的基础上筹建“中级物理实验室”。根据物理学系的安排, 由三位老师(周雄豪先生、郑广坦先生及戴乐山先生)参加筹建实验室的工作, 并得到固体物理实验室主任方俊鑫教授的全力支持。他们参照前苏联 Г.В.斯皮瓦克编写的《专门物理实验》一书, 加上固体物理实验室中的原子物理实验共准备了 38 个实验。1956 年秋, 正式开设“中级物理实验”课程。由于准备得比较仓促, 对教学法未给予足够的重视。

20 世纪 60 年代初, 恢复中级物理实验室。在 60 年代中期进行的教学改革中, 对教学内容和教学方法作了重要的改进, 并在个别实验上进行试点, 适当增加实验时数, 即不限定一周完成一个实验,

以保证学生能在教师的指导下独立完成实验课题；同时，加强了实验技能方面的训练。

改革开放以后的1978年末，复旦大学重新开始筹建实验室，并改名为“近代物理实验室”。根据以往的经验，在筹建时就明确提出：近代物理实验课应该以指导学生用实验方法研究物理现象为主要教学内容，因此安排的实验应以在近代物理学发展史中起重要作用的著名实验为主。教学内容包括实验思想、实验设计、实验技术及数据处理等四个方面，在各个实验中可以有所侧重，要求学生通过亲自实践前人的科学实验，从中学习如何用实验方法研究物理现象，以及加深对实验与理论的相互关系的理解。物理学系的学生是学习物理学科的基本知识和规律的，对于高年级学生应以能力培养为主。当时要求学生在连续6课时内完成一个实验是不现实的。由于在课内没有充分的时间去查阅资料和思考问题，要求学生在实验前事先做好充分的准备，并能预料到实验中可能发生的问题，这是不切实际的，很难做到在教师的指导下独立完成实验。由于仅有半年的筹建时间，很多准备工作未能及时跟上，例如：备课、教学要求与教学内容没有进行深入的讨论。因此，直至20世纪80年代初，开始试行按2×6课时完成一个实验的要求来准备实验。

20世纪90年代初，我们开始实践按模拟科研实验的要求来准备实验，使同学能更好地在教师的指导下独立完成实验。教学实验不同于科研实验，但也有相似的地方。教学实验的理论与实验部分对教师来说都是熟悉的，这是不同于科研实验之处；但是对同学来说，必须阅读一些有关资料，在实验与理论上作一些探索。学生通过亲自实践前人的科研实验，学习用实验方法研究物理现象，这是与科研实验相似之处。在近代物理实验的教学中把教学实验作为模拟科研实验来安排，这对培养学生的独立工作能力是重要的。

根据我们的经验，在课时安排上，以3课时为一个单元，每个实验用四个单元来完成，效果较好，这样做有利于随时发现问题和改正错误、逐步掌握仪器设备的操作和使用方法、完善实验方案及“在现有的设备和分析方法的有效性的限制条件下，尽可能获得准确的测量结果”。由于学生要仔细阅读实验室资料，同时在实验过程中遇到问题时需要查阅和阅读资料，写实验报告也要占用不少时间，因此，课内、课外的比例最好为1:2。要求学生确实是在教师指导下独立完成实验，这些时间是必不可少的。

## 2. 新版教材的特色

1995年由复旦大学出版社出版了第一版的《近代物理实验》教材（以下简称第一版教材），编者在借鉴国内外的成功经验基础上，结合复旦自1956年初建立中级物理实验室以来多年的教学实践，特别是20世纪60年代、80年代以及1993年开始的几次教学改革中的经验和教训，在编排上做了一些较新的尝试，形成了自己的特色，如不列实验步骤，每个实验都有较丰富的实验资料和阅读材料（占第一版全书篇幅四成以上）。由于教学改革受到学生的普遍欢迎，教学效果较好，其教改成果获得1997

年度上海市高等学校教学改革优秀成果二等奖，同时该版教材也获该年度的上海市高等学校优秀教材二等奖。

尽管第一版教材具有一些自身的特点，但在内容的广度和教学模式等方面仍存在一些局限性。为了适应面向 21 世纪对培养创新人才的要求，根据国内外近代物理实验教学的新发展，结合近些年来复旦及国内其他院校使用第一版教材的情况，编者对第一版教材进行了修订，于 2006 年 7 月改由高等教育出版社正式出版发行，并被审定“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。这次修订的原则是保持第一版教材的特点和改进不足，也就是说，一方面保持第一版教材的指导思想、特点和风格，要求学生按“模拟科研实验”的特点做实验；另一方面，在教学模式和开拓实验内容两个方面做了较大的改进。

首先，全面总结了我校在物理实验中曾经采用过的各种教学模式：1954 年开始实行预习报告制度，即经教师提问通过后学生才能正式做实验，到了 1963 年又试行抓两头带中间（两头指预习报告和实验报告，中间指做好实验），继而在 20 世纪 80 年代实行口头报告制度，学生报告实验结果，师生面对面共同探讨。而在新版教材的下篇，新增加的实验中增加了学生的预习、实验及口头报告阶段所需思考的实验提问，使得上面的各种教学模式能取得更好的教学效果。它有利于学生开阔思路提出新方案和新设想，使学生由被动学习变为主动学习，也有利于教师因材施教，适应不同层次学生的需求。

其次，新增加了十个实验，内容不仅涉及核物理、激光和超导等领域，而且还引入表面物理和超晶格量子阱等领域的新发展，具有一定的新颖性；大多是国内兄弟院校所没有的，也是复旦科研成果中的精品，如：“导纳谱测量半导体量子阱中的量子限制效应”实验是获“国家科技进步二等奖”内容中的一部分。审稿专家认为：“教材的内容、题目比较新，有利于学生提前接触新的科研动向。”

同时，在下篇的这些新实验中不再有“点面结合”的问题，全部是“点实验”，即不再有二、三个实验方案，全部改为科研实验方案，大胆尝试要求学生逐步按“科研实验”的特点来做实验，要求学生自行选题、自拟研究方案、时间亦不受原课时的限值、鼓励探索和创新，能够充分发挥学生的主动性、积极性和创造性。这一改进是第一版教材中按“模拟科研实验”要求做实验的继续和发展。这种定位对实验教学改革有指导意义，也符合实验课程自身的特点和教学规律。审稿专家一致认为：“新版教材用于培养学生的科研能力很有用，是国内大学近代物理实验改革的有益尝试。”

为便于各类学生使用，第二版教材按层次不同被分为上篇和下篇两部分，上篇为原有的八个实验，属于基础部分；下篇包括新增添的十个实验，是提高部分（十八个实验的名称详见附录一）。这两部分构成一个有机的整体，既相互衔接又相辅相成。据了解从 2006 年 12 月以来新版教材的使用量为每年近 900 余册，这一现象初步说明教材得到了国内兄弟院系同仁的认可，因为每年复旦自己的用量仅仅

为 200 余册。

### 3. 改革实验教学内容, 编排新实验, 开设“近代物理实验 II”

近代物理实验是集光、机、电、计算机技术于一体, 是一门具有较强综合性的实验课程。近几十年来科学技术有一系列重大进展, 当代许多前沿的科学研究, 均有跨学科的特点, 物理学实验技术的长足发展对这些研究形成了很大的推动作用。因此, 新时代要求将与物理学密切相关的新内容、新技术、新方法及时补充到近代物理实验中, 在“物理学基地”、“211 工程”和“世行贷款”建设中, 我们本着这一精神, 新排了具有较高水平和时代气息的新实验, 例如: 微弱信号测量原理及应用, 单光子计数, 激

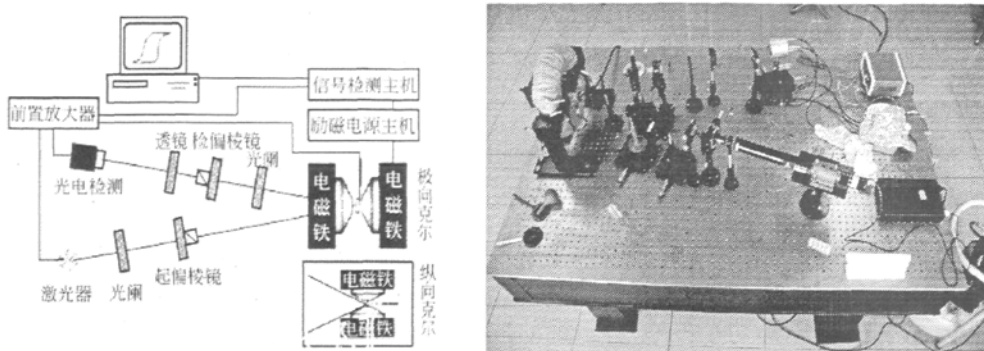


图 1. 表面磁光克尔效应(SMOKE)实验系统光路图(左)和实物照片(右)

光拉曼光谱, 扫描隧道显微镜(STM)等。我们将这些新实验进行组合, 开设了适合于开放性教学的“近代物理实验 II”新课程, 从而改变了多年一贯制的近代物理实验教学内容体系, 使之焕然一新。

与此同时, 复旦物理学系进一步密切科研与教学的联系, 建立既能开展科研又能实行教学的实验示范教学点, 将科研成果移植转化为近代物理实验的教学内容, 如: 有机半导体发光器件及其物理性能实验, 表面磁光克尔效应(SMOKE)实验(见图 1 所示), 铁电薄膜物理性能研究实验, 石英晶体振动频率及其品质因数的测量和研究, 立方氮化硼薄膜的制备与表征, 电场调制光谱及其应用(图 2 所示), 液晶的空间光调制器和应用以及液晶显示器的物理参数测定等。我们这样做的出发点是基于: 改变长期以来教学和科研脱节的状况, 密切它们之间的关系。同时, 通过科研成果转化而来的近代物理实验, 代表着当前科学前沿的发展方向, 水平高、见效快。这些实验的建设在近代物理实验的教学内容体系的改革过程中起到了决定性的作用, 使近代物理实验的整体水平上了新台阶。目前, 在新排的这些实验题目中, 大半由专业教师的科研成果直接转化而来, 这些实验题目均有较高的水平, 为开阔学生视野、拓宽知识面, 进一步提高物理实验的教学质量提供了可靠的保证。目前, 上述实验项目有的已经

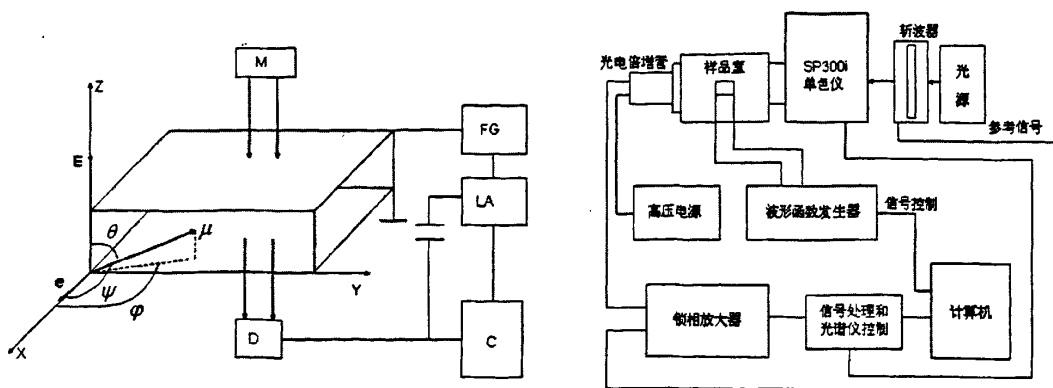


图 2. 电场调制光谱基本实验装置示意图(左图,  $E$  是直流电场,  $e$  是极化光矢量,  $\mu$  是样品分子的电偶极矩,  $M$  为单色仪,  $D$  为光电倍增管,  $LA$  为锁相放大器,  $FG$  为信号发生器,  $C$  为计算机)以及实验平台框架图(右图)

建成,有的正在建设和完善之中。尽管还没有全面铺开给物理学系的学生动手实践,只是仅仅在“科研实践”或“设计性研究性物理实验”课程中提供给学生们做一些选择,但是,由学生的实践反映来看,还是给予了较高的评价。因此,我们相信这些实验的最后完全建成,一定会为本科学生创造出良好的物理实验教学条件,同时使复旦大学近代物理实验的整体教学水平提高到一个新的台阶,为培养创新人才打下坚实的基础。

#### 4. 结束语

尽管近几年来在“物理学基地”、“211 工程”和“世行贷款”等教学改革项目的支持下,近代物理实验的建设有了长足的进步,但是近代物理实验课程的建设与国际一流大学的水平相比,以及与我们自身的建设目标还是有一定的差距的,复旦物理实验教学中心愿意进一步加大对近代物理实验的资金投入,在今后持续不断的建设中,增大改革的力度和加快改革的步伐,使复旦近代物理实验课程建设和教学水平更上一层楼。

#### 参考文献:

1. 戴乐山. 美国麻省理工学院对近代物理实验课的要求[J]. 物理实验, 1994, 14 (4): 179-183.
2. 戴乐山, 戴道宣. 近代物理实验[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1995.
3. 戴乐山, 戴道宣. 近代物理实验(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
4. 高立模, 王玉芳, 李川勇, 周文远, 蓝国祥. 在实验室建设中深化近代物理实验教学体系改革[J]. 物理实验, 2002, 22 (7): 21-24.
5. 刘平安, 丁菲, 陈希江, 陆申龙. 用表面磁光克尔效应实验系统测量铁磁性薄膜的磁滞回线[J]. 物

理实验, 2006, 26 (9) :3-6.

## 附录一: 新版教材目录

### 上篇

#### 数据处理

实验一 弗兰克-赫兹实验

实验二 冉绍尔-汤森效应

实验三 磁偏转小型质谱仪

实验四 氢光谱与类氢光谱

实验五 塞曼效应

实验六 电子自旋共振

实验七 核磁共振

实验八 NaI(Tl)单晶  $\gamma$  能谱仪

### 下篇

实验九 激光拉曼光谱

实验十 吸收光谱和激光荧光光谱

实验十一 原子力显微镜

实验十二 导纳谱测量半导体量子阱中的量子限制效应

实验十三 超导、约瑟夫森效应与超导量子干涉器

实验十四 脉冲核磁共振

实验十五 光电子谱

实验十六 重带电粒子与物质的相互作用

实验十七 卢瑟福背散射分析

实验十八 质子激发 X 射线能谱分析

附录一 真空技术

附录二 微波技术

附录三 光电倍增管

附录四 个人计算机用多功能接口卡

附录五 IEEE-4888 接口

附表一 常用物理常数表

附表二 核磁参数

附表三 数据处理用表

附表四 典型气体激光器在可见区的一些激光线

附表五 氩离子激光器的主要等离子线

附表六 电子的结合能/eV

附表七 原子灵敏度因子

附表八 核素特征 X 射线表

# 近代物理实验课程建设和教学改革——介绍新版《近代物理实验》教材的特色



作者：[马世红](#)，[王煜](#)，[侯晓远](#)，[戴乐山](#)，[戴道宣](#)  
作者单位：[复旦大学物理学系, 物理实验教学中心, 上海 200433](#)

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference\\_6877610.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6877610.aspx)